

# 3次元空間上での自由な配置が可能なメニュー

## Free Positioning Menu in 3D Space

山田 英仁<sup>†</sup>

Hideto YAMADA

田中 二郎<sup>††</sup>

Jiro TANAKA

<sup>†</sup> 筑波大学 博士課程 システム情報工学研究科

Doctoral Program in Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

<sup>††</sup> 筑波大学 電子・情報工学系

Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba

{yama, jiro}@iplab.is.tsukuba.ac.jp

本論文では、3次元システムを扱うのに適した新たなメニュー方式としてメニュー項目を3次元オブジェクト化させたメニュー方式を提案する。この3次元メニューは直接操作による自由な配置が可能である。本手法を3次元モデラ Claymore に適用する。本手法により「メニューを呼び出した後で3次元オブジェクトを選択できない問題」や「メニュー項目により3次元オブジェクトが隠される問題」を解決する。

### 1 はじめに

近年、コンピュータの発達に伴い3次元を扱うソフトウェアが普及している。

しかし3次元空間においてメニューバーやプルダウンメニューやポップアップメニューやパイメニューなどの従来型のメニューを使用した場合問題が生じる。

本研究ではメニューを3次元オブジェクトと同じ空間に表示する3次元メニューを提案する。

### 2 従来のメニュー方式

従来のメニュー方式でよく用いられるものとして、メニューバー、プルダウンメニュー、ポップアップメニュー、パイメニューが挙げられる [1]。

メニューバーは、常に表示されており、メニュー項目をクリックすることで利用することができる。メニューバーを利用する場合には、マウスカーソルをその都度画面上まで移動させる必要があり、メニューの選択に手間がかかる。

プルダウンメニューは、メニューを選択することによってその下位メニューとして表示されるものである。メニューバー同様マウスカーソルを画面上まで移動させる必要がある。

ポップアップメニューは、マウスの右ボタンなどでメニューを呼び出す方式で、マウスカーソルの位置にメニューが出現する。ポップアップメニューは、マウスカーソルを上まで移動させる必要がなく、その場所でいつでもメニューを呼び出せるという利点

がある。さらに、マウスカーソルをクリックしたときの位置に応じて、表示するメニュー項目の内容をコンテキストセンシティブに変化させることができる。

パイメニューは、ポップアップメニューを改良し、メニュー項目を円状に表示するようにしたものである。パイメニューではメニュー項目の選択がより早く行えるという利点がある。

### 3 対象システム：Claymore

ここでは対象とするシステムとして我々の研究室で開発している3次元モデラ Claymore [2, 3] を取りあげる。3次元モデラとは、切断、変形などを用いて3次元形状の製作を行うためのシステムである。

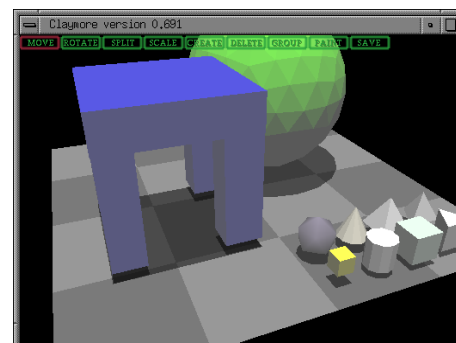


図 1: Claymore のスクリーンショット

Claymore では、3次元用の HMD、データグローブ等の高価なデバイスを用いることなく、通常の 2

次元のディスプレイやマウスを用いて3次元形状の製作を行うことを目標としている。Claymoreでは強化された直接操作手法を用いて、2次元用のデバイスで3次元を扱えるようにする。

#### 強化された直接操作

2次元の画面上に投影されたオブジェクトの座標から3次元オブジェクトの座標を求めるピック処理を行うことにより、2次元の入力デバイスであるマウスのみで3次元オブジェクトを直接つかんで移動や回転処理を行うことができる。

また、地面やオブジェクトの影などの付加情報を用いることにより直接性・直観性が強化されたユーザインタフェースを与えている。

#### Claymoreで用いられているメニュー方式

Claymoreのメニュー方式として画面上部に配置されているメニューバーとマウスの右クリックによって呼び出されるポップアップメニューの2種類が採用されており、メニューバーおよびポップアップメニューはともにモードを切り替えるために用いる。モードには移動、回転、切断、変形、生成、削除、セーブ、カット、コピー、ペーストがある。

#### Claymoreによるモデルの作成・編集

まず、図1の右下にある3次元アイコンを用いて基本図形を生成する。

3次元アイコンは基本図形を縮小した3次元オブジェクトであり、これをマウスで左クリックすると同じ形の基本図形が生成される。

次に、切断や変形を用いて基本図形から複雑な形状をした部品を生成する。

切断は切断モードにした後3次元オブジェクトにカーソルを合わせ左ボタンを押すと切断用の平面が出現する。マウスの移動により切断用の平面を移動させる。マウスの左ボタンを離すと切断用の平面を境に3次元オブジェクトは切断される。

変形は変形モードにした後3次元オブジェクトにカーソルを合わせ左か右ボタンでドラッグを行うとバウンディングボックスが出現する。マウスの移動に合わせてバウンディングボックスが変形しマウスボタンを離すとバウンディングボックスの形に合わせて3次元オブジェクトが変形する。

部品の生成後は、個々の部品にグループ化を行って部品同士を組み合わせる。

グループ化を行いたい3次元オブジェクトを左クリックして選択状態にした後、メニューから“Group”を選択する。グループ化した3次元オブジェクトは

1つのオブジェクトとして扱われる。

こうして作られた部品を移動や回転によって配置する。

移動は移動モードにした後目的の3次元オブジェクトにマウスカーソルを合わせてドラッグを行う。マウスの移動に合わせて3次元オブジェクトも移動する。

回転は回転モードを選択した後目的の3次元オブジェクトにマウスカーソルを合わせてドラッグを行う。マウスの移動に合わせて3次元オブジェクトが回転する。

以上の操作を必要に応じて繰り返す。

最後に、メニューから“Save”を選択することにより作成したモデルのデータをVRML形式またはWavefront OBJ形式に保存する。

## 4 3次元空間上でパイメニューを用いる場合の操作と問題点

前章で述べたように、現在のClaymoreにはメニューバーとプルダウンメニューが用いられている。本章では、Claymoreにパイメニューを用いた場合の操作と問題点を考察する。

Claymoreのモードとしては移動、回転、切断、変形、生成、削除、セーブ、カット、コピー、ペーストがあるが、ここでは簡単化のためコピー、ペースト、カット、セーブの4モードのみが与えられている場合について考察する。

### 4.1 3次元空間上でのパイメニューの操作

#### 単一のオブジェクトのコピー

図2の中央にある円柱状の3次元オブジェクト(2番のオブジェクト)のコピーを行う操作を例として示す。図2の中央の3次元オブジェクトにマウスカーソルを合わせパイメニューを呼び出す。マウスカーソルを中心として円形のパイメニューが出現する。パイメニュー内の“Copy”にマウスカーソルを合わせ選択する。選択された3次元オブジェクトがクリップボードにコピーされパイメニューは消える。ここでいうクリップボードとはコピーやカットをしたデータを一時的に記憶しておくメモリ空間のことである。

ペーストを行う場合はコピーを行った後にペーストしたい場所にマウスカーソルを移動させてパイメニューを呼び出す。パイメニュー内の“Paste”にマウスカーソルを合わせ選択する。クリップボードの内

容がマウスカースルの場所に出現しペーストされる。複数のオブジェクトのコピー

図2の1~4番の4個の3次元オブジェクトのコピーを行う操作を例として示す。複数オブジェクトのコピーを行うためにはコピーしたい3次元オブジェクトを全て選択状態にしてからメニューを呼び出す必要がある。図2の1~4番の4個の3次元オブジェクトにマウスカースルを合わせ選択状態にする。選択したい3次元オブジェクト全てを選択状態にした後、パイメニューを呼び出しコピーを選択する。選択状態にある3次元オブジェクトがクリップボードにコピーされる。

ペーストを行う場合は、単一オブジェクトのやり方と同様にペーストしたい場所にマウスカースルを移動させてパイメニューを呼び出した後ペーストを選択することで行う。

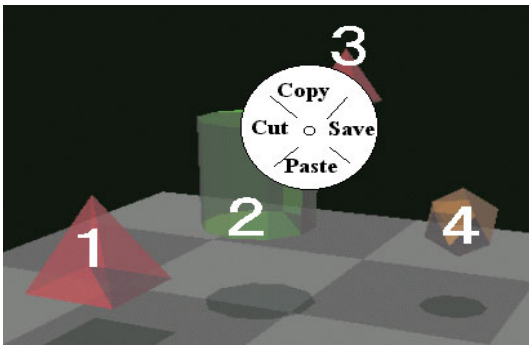


図2: パイメニューを用いた3次元オブジェクトのコピー&ペースト

#### 4.2 3次元でのパイメニューの問題点

- 複数のオブジェクトをコピーする場合、オブジェクトを選択して最後にメニューを呼び出す必要がある。メニューを呼び出した後にコピーしたいオブジェクトを追加したり削除する場合、いったんメニューを閉じてもう一度最初からオブジェクトを選択しなおす必要がある。
- 3次元空間においては3次元オブジェクトが隠れる問題があるため視点の移動を行って別の角度から3次元オブジェクトを見る必要がある。しかしながらメニューを表示すると2次元のメニューが視界に貼り付いている状態になり、3次元オブジェクトが隠れてしまう。

- コピーを行う場合、メニューの“Copy”を選択したときにメニューは全く反応しないまま消えてしまう。このため、選択されたオブジェクトがコピーされたかどうか確認することが困難である。

### 5 提案手法: 3次元空間上での自由な配置が可能なメニュー

#### 5.1 提案手法の概要

従来のメニューに対する問題点を解決するために我々は「3次元空間での自由な配置が可能なメニュー」を提案する。

提案手法ではメニューを呼び出すと3次元オブジェクトのまわりにメニューが出現する。メニュー項目は従来型メニューのようにメニュー用の表示領域を用意することはせず、3次元オブジェクトと同じ空間に3次元オブジェクトとして出現する。メニューを呼び出した後も3次元オブジェクトの選択や選択解除などをできるようにする。図3左では、矢印の先に“Menu”と書かれた3次元のメニュー項目が中央のオブジェクトの周辺に3つ出現している。

また、各々のメニュー項目は、他の3次元オブジェクトと同様必要に応じてメニュー項目を再配置することを可能とする。図3右ではそれぞれのメニュー項目を図3左の位置から矢印の先へ再配置している。

#### 5.2 提案手法の利点

- 複数のオブジェクトを選択するときに、メニューを呼び出した後でオブジェクトを新しく追加したり選択解除を行う場合、メニューを閉じて最初からオブジェクトを選択し直さなくても済む。
- メニュー項目が3次元オブジェクトの上に重なり3次元オブジェクトを隠してしまう場合でも、メニュー項目は3次元オブジェクトと同じ空間にあるため視点の移動により別の視点から見ればメニュー項目が3次元オブジェクトを隠蔽せずに済む。また、メニュー項目の再配置を行うことにより、3次元オブジェクトを隠さない場所にメニュー項目を移動させることができる。
- コピーを行った場合選択されたオブジェクトがクリップボードにコピーされる。このときクリップボードのミニチュアをメニュー項目として扱うことができる。なぜならメニュー項目が3次

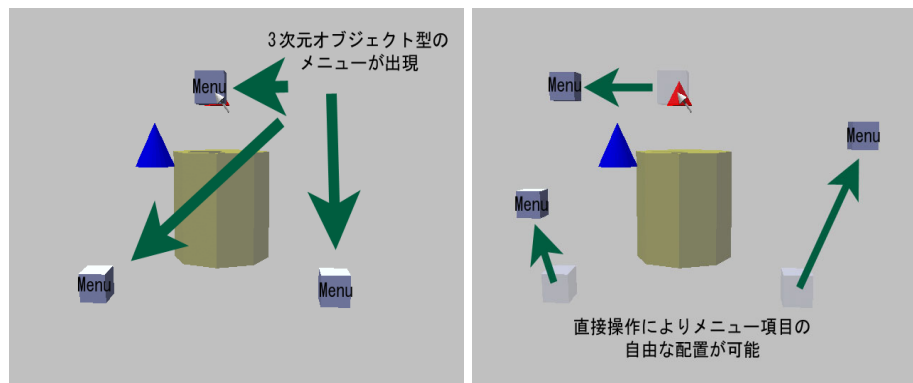


図 3: 3次元空間上で自由な配置が可能なメニューの概要

元で表現されているからである．これによりどのオブジェクトがコピーされたのかはメニュー項目を見ることによっていつでも確認することができる．

## 6 実装

### 6.1 方針

#### 3次元オブジェクトの周辺にメニュー項目が出現

メニュー項目をパイメニューのように3次元オブジェクトの周辺に出現させる．これによりメニュー項目の選択をより早く行うことが可能となる．

状況に応じてメニュー項目の内容が変化

ポップアップメニュー同様の3次元オブジェクトを指しているかによりメニュー項目の内容を変化させる．これにより必要なメニュー項目のみを表示することが可能となる．

### 6.2 実行例

3次元空間上での自由な配置が可能なメニューの実行例をコピー&ペーストを用いることにより示す．以下にClaymoreにおけるコピー&ペーストの操作手順を挙げる．

1. 3次元オブジェクトを右クリックするとメニュー項目が出現する．図4ではコピーを行うCopy、カットを行うCut、セーブを行うSaveの3項目が表示されている．
2. コピー元の選択方法は対象となる3次元オブジェクトを左クリックする．選択された3次元オブ

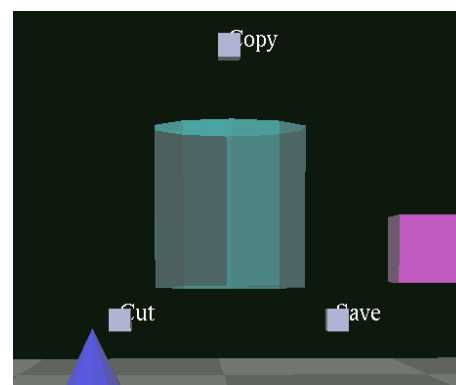


図 4: メニュー項目が表示された状態

ジェクトは半透明になる．これにより選択されたかどうかの判断が可能になる．

3. 対象の3次元オブジェクト全てを選択した後Copy項目を左クリックするとコピーが実行される．コピーが実行されると対象の3次元オブジェクトがコピーされ、Copy項目の中に入っていく(図5)．コピーの様子は、アニメーションを用いて表現される．
4. コピーが終了すると、Copy項目はPaste項目に変化し、Paste項目の内部にコピー内容のミニチュアができる．これによりどの3次元オブジェクトがコピーされたか一目で判断することができる．Copy項目および先程出現していたCut項目、Save項目も消去する(図6)．なおPaste項目も他の3次元オブジェクト同様、直接操作を用いて自由に配置を行うことができる．これによりPaste項目をすぐに操作できる場所に配置をすることが可能になる(図7)．

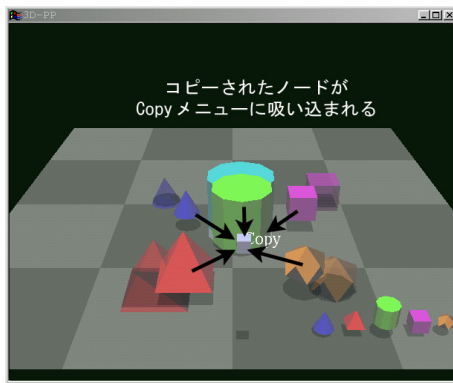


図 5: Copy 項目選択後

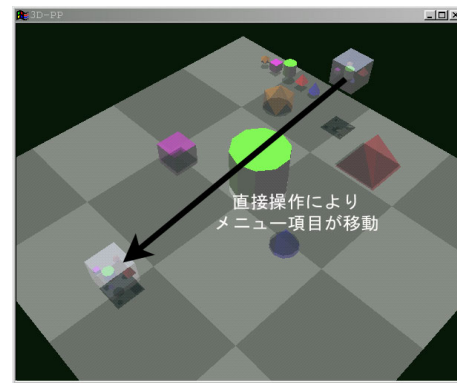


図 7: Paste 項目の配置

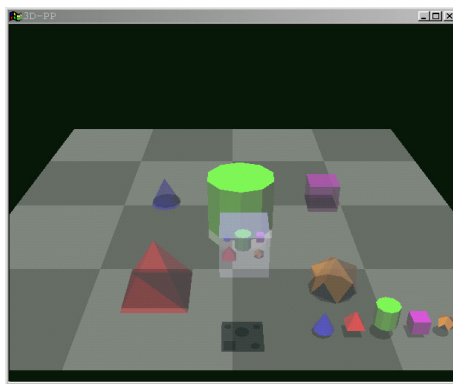


図 6: コピー実行後

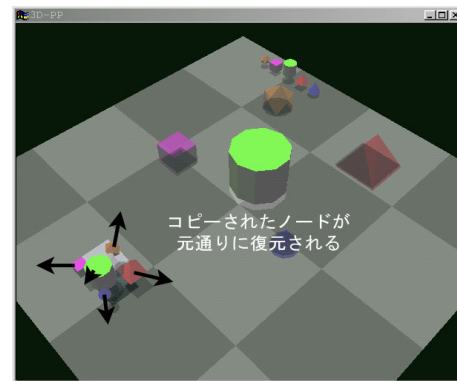


図 8: Paste 項目の適用

なお, Paste 項目は左クリックにより実行することができる。Paste 項目を実行すると, Paste 項目を中心として, 中に入っていた 3 次元オブジェクトがアニメーションにより少しずつ大きくなりながら Paste 項目の外に出て元通りに復元される(図 8)。

## 7 まとめ

本研究ではメニュー項目を 3 次元オブジェクト化させたメニュー方式を提案した。本手法を 3 次元モデラ Claymore に適用し, コピー&ペーストの例を示した。この 3 次元メニューは直接操作による自由な配置が可能である。本手法により「メニューを呼び出した後で 3 次元オブジェクトを選択できない問題」や「メニュー項目により 3 次元オブジェクトが隠される問題」を解決した。また, 本方式では, 選択された 3 次元オブジェクトがコピーされたかどうか確認することができる。

## 参考文献

- [1] Ben Shneiderman, ユーザーインタフェースの設計 やさしい対話型システムへの指針 第 2 版. 日経 BP 社, 1993, pp. 66-94.
- [2] 大芝 崇, 田中 二郎, 3 次元モデリングツール “Claymore”: 付加情報によって強化された直接操作. 日本ソフトウェア科学会第 15 回大会論文集, 1998, pp. 161-164.
- [3] Hideki Mitsunobu, Takashi Oshiba and Jiro Tanaka, Claymore: Augmented Direct Manipulation of Three-Dimensional Objects. Proceedings of Asia Pacific Computer Human Interaction 1998 (APCHI'98), IEEE Computer Society Press, 1998, pp. 210-216.